

粘性土の動的性質に関する室内実験

京都大学工学部 正 員 大西 有三
 建設省 正 員 山中 義之
 京都大学大学院 学生員 梅田 和男

1. はじめに

一般に粘土地盤は、構造物などによる静荷重の他に、地震力や潮の干満などによる自然的要因、また交通荷重などによる人為的要因により、繰り返し載荷を受ける。繰り返し荷重を受けた粘土は過剰間隙水圧を発生し、有効応力は減少していく。本研究では、繰り返し載荷時の粘性土の挙動、として繰り返し載荷後の一方向せん断時の挙動について調べた。

2. 実験概要

実験で用いた試料は、有明海沿岸部より採取した不攪乱試料である。試料は高圧縮性の有機質土で、その物理的性質は、比重2.64、液性限界92.2%、塑性限界55.6%、塑性指数36.6%、 $\lambda = 0.402$ 、 $K = 0.060$ 、 $M = 1.35$ である。供試体は直径5cm、高

さ10cmに整形した。実験は繰り返し載荷および一方向載荷時にも、平均有効応力一定のもとで、ひずみ速度を $\dot{\epsilon} = 0.06\%$ として行った。表1に試験条件を示す。

3. 実験結果

図-1、図-2にそれぞれQCの有効応力経路および軸ひずみ-軸応力力の関係を、また図-3、図-4にQT1についての同様の関係を示す。

粘性土に繰り返し載荷を与えるに、過剰間隙水圧が発生し、有効応力は減少していくが、1回の繰り返し載荷のサイクル中に発生する過剰間隙水圧の大きさは、第1回目のサイクルにおいて発生する量が最も大きく、以後繰り返し回数が増加してもその量は減少し、平衡状態にいたるとの考えられる。繰り返し載荷中に累加蓄積する過剰間隙水圧の量と、繰り返し回数との関係は、赤井¹⁾によ、て次の双曲線によ、て表示できると仮定された。

$$\Delta U = N_c / (a + bN)$$

(1)

表1

Test No.	qmin & qmax (kgf/cm ²)	N (cycle)
QC5	0.00 0.50	40
QC7	0.00 0.75	10
QC1	0.00 1.00	10
QC2	0.00 1.25	3
QT5	-0.50 0.50	14
QT7	-0.75 0.75	8
QT1	-1.00 1.00	4

QC : compression side one-way cyclic loading
 QT : two-way cyclic loading

表2

Test No.	qmax & qmin (kgf/cm ²)	1/b (kgf/cm ²)
QC5	0.00 0.50	0.265
QC7	0.00 0.75	0.366
QC1	0.00 1.00	0.686
QC2	0.00 1.25	1.028
QT5	-0.50 0.50	0.449
QT7	-0.75 0.75	0.882
QT1	-1.00 1.00	1.255

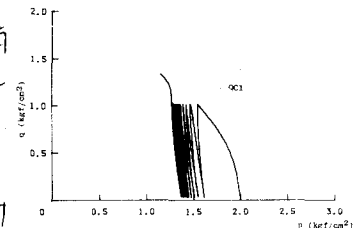


図-1

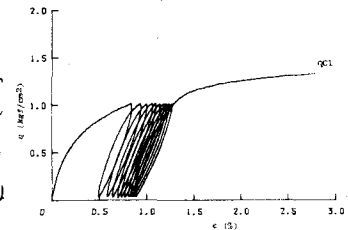


図-2

図5に今回行った実験で得られたデータと、このデータより最小2乗法を用いて求められた双曲線が示されている。式(1)によれば平衡時の過剰間隙水圧は $1/6$ で表わされる。この値が表2に示されている。この表によれば平衡時に発生している過剰間隙水圧の大きさは、繰り返し載荷の応力振幅値の大きさ、また応力振幅値の絶対値が等しい片振りと両振りの試験と比較してみた場合、両振りの値が片振りのほぼ2倍になっていることがわかる。このことは、繰り返し載荷時に発生する過剰間隙水圧は、粘土の状態点が状態曲面内を移動する量に依存するということも意味している。図-6は片振り試験について、平衡時の応力状態を応力平面内にプロットしたものである。これによると、プロットされた点はほぼ直線で結ぶことができる。この直線と $q=MP$ との交点は、繰り返し載荷によって平衡状態が達成される場合の応力振幅値の最大値を表わし、 $QC2$ の状態がほぼこの点に相当する。 $QC2$ の場合、繰り返し載荷し載荷中に軸ひずみが増大し続ける傾向を示し、平衡にはいたらなかった。図-6の直線はほぼ確かなものであると考えられる。両振りに対しては、圧縮側と伸張側で M の値が異なるので、図-6には示さなかった。

軸ひずみについては、片振りの場合平衡状態にいたるならば、過剰間隙水圧の場合と同様に、繰り返し回数との関係は双曲線を表示できると考えられる。一方、両振りの場合は伸張側の M の値が圧縮側のものより小さいので、軸ひずみが伸張側に長く出る傾向と、また繰り返し回数の増加とともに軟化する傾向を示さなかった。片振りと同様に、応力振幅値が小さい平衡状態にいたる。

繰り返し載荷後の一方向せん断時の挙動については、図-1、図-2より有効応力経路および $\varepsilon-\sigma$ 図がいずれももとの一方向断の経路に接近し、最終的にはほぼ一致するので、過剰間隙水圧があまり発生しない場合、繰り返し載荷はせん断強度やその時の軸ひずみの挙動にはあまり影響を及ぼさないと考えられる。

4. 結論

繰り返し載荷によって粘土は応力振幅値に対応する平衡状態にいたる。この時発生している過剰間隙水圧が小さいと、繰り返し載荷はその後の一方向せん断に影響しない。

(参考文献) 1) 赤井浩一、大西有三、北建三、山中義之：「粘性土の繰り返しせん断時の挙動に関する実験的研究」，材料，第28巻，第314号 pp.1109~1115，昭和54年(1979)11月

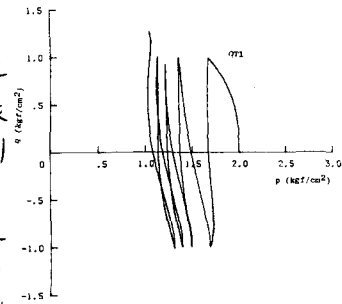


図-3

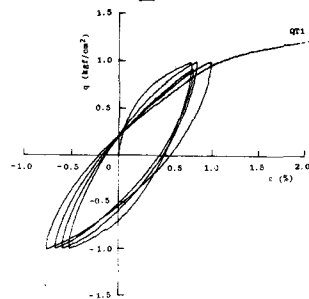


図-4

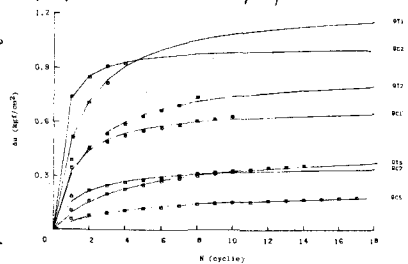


図-5

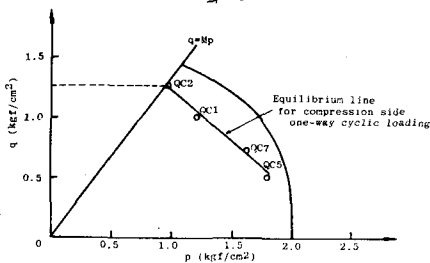


図-6